

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

#2
P20987.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

JC872 U.S. PTO
09/054607
05/15/01


Applicant :T. NAKAJIMA et al.

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :METHOD AND SYSTEM FOR DETECTING A DEFECT IN PROJECTED
PORTIONS OF AN OBJECT HAVING THE PROJECTED PORTIONS FORMED
IN THE SAME SHAPE WITH A PREDETERMINED PITCH ALONG AN ARC
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon
Japanese Application No. 2000-149546, filed May 22, 2000. As required by 37 C.F.R. 1.55, a
certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
T. NAKAJIMA et al.

Leslie M. Bernstein Reg. No. 33,329
Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

May 15, 2001
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

52034-US

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC872 U.S. PRO
09/05/01
05/15/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2000年 5月 22日

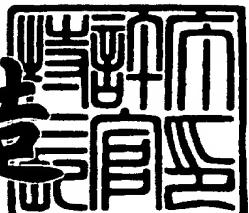
出願番号
Application Number: 特願 2000-149546

出願人
Applicant(s): スズキ株式会社

2000年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2000-3108639

【書類名】 特許願

【整理番号】 99-737

【提出日】 平成12年 5月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 21/88

【発明の名称】 円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出方法および欠陥検出装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市都筑区桜並木2番1号 スズキ株式会社
技術研究所内

【氏名】 中島 純

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市都筑区桜並木2番1号 スズキ株式会社
技術研究所内

【氏名】 武士 正美

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市都筑区桜並木2番1号 スズキ株式会社
技術研究所内

【氏名】 室田 直哉

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市都筑区桜並木2番1号 スズキ株式会社
技術研究所内

【氏名】 宮原 豊

【特許出願人】

【識別番号】 000002082

【氏名又は名称】 スズキ株式会社

【代表者】 鈴木 修

【電話番号】 053-440-2452

【代理人】

【識別番号】 100079164

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 勇

【電話番号】 03-3862-6520

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013505

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003719

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出方法および欠陥検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出方法であって、

検査対象となる物品の各突出部の先端に外接する円弧を求めた後、前記円弧で区画される領域の内側部分と前記物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出して各々の重合領域の面積を求め、前記各々の重合領域の面積を相互に比較して、その面積差が予め決められた判定値の範囲内にあれば欠陥なしと判定する一方、前記面積差が予め決められた判定値の範囲を越えた場合には欠陥ありと判定することを特徴とした円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出方法。

【請求項2】 円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出装置であって、

検査対象となる物品を撮影するための撮影手段と、撮影された画像をデジタルデータとして保持するための画像取込手段と、前記画像取込手段に保持されたデジタルデータを解析して前記物品の各突出部の先端に外接する円弧を求め、該円弧で区画される領域の内側部分と前記物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出して各々の重合領域の面積を求める領域面積検出手段と、この領域面積検出手段により求められた各々の重合領域の面積を相互に比較して面積差を求める領域面積比較手段と、該領域面積比較手段によって求められた面積差が予め決められた判定値の範囲内にあれば欠陥なしと判定する一方、前記面積差が予め決められた判定値の範囲を越えた場合には欠陥ありと判定する欠陥判定手段とを備えたことを特徴とした円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出装置。

【請求項3】 円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出方法であって、

検査対象となる物品の各突出部の先端に内接する円弧を求めた後、前記円弧で

区画される領域の外側部分と前記物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出して各々の重合領域の面積を求め、前記各々の重合領域の面積を相互に比較して、その面積差が予め決められた判定値の範囲内にあれば欠陥なしと判定する一方、前記面積差が予め決められた判定値の範囲を越えた場合には欠陥ありと判定することを特徴とした円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出方法。

【請求項4】 円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出装置であって、

検査対象となる物品を撮影するための撮影手段と、撮影された画像をデジタルデータとして保持するための画像取込手段と、前記画像取込手段に保持されたデジタルデータを解析して前記物品の各突出部の先端に内接する円弧を求め、該円弧で区画される領域の外側部分と前記物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出して各々の重合領域の面積を求める領域面積検出手段と、この領域面積検出手段により求められた各々の重合領域の面積を相互に比較して面積差を求める領域面積比較手段と、該領域面積比較手段によって求められた面積差が予め決められた判定値の範囲内にあれば欠陥なしと判定する一方、前記面積差が予め決められた判定値の範囲を越えた場合には欠陥ありと判定する欠陥判定手段とを備えたことを特徴とした円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出装置。

【請求項5】 検査対象となる物品を載置するためのライトボックスを併設し、このライトボックスの照射面と対向させて前記撮影手段を配備したことを特徴とする請求項2または請求項4記載の円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出装置。

【請求項6】 前記撮影手段に、前記ライトボックスが照射する光の波長以外の光を有害光として除去するバンドパスフィルタを配備したことを特徴とする請求項5記載の円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品、例えば、外歯歯車や内歯歯車またはスプロケット、あるいは、円弧の一部にこれらのモジュールと同等の突出部を備えた機械要素のための欠陥検出方法および欠陥検出装置の改良に関し、特に、鋳物や焼結品のように突出部の先端に欠損を生じ易い物品に用いて好適な欠陥検出方法および欠陥検出装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

この種の欠陥検出方法および欠陥検出装置としては、良品を撮影して基準となる画像データを予め得ておき、その後、検査対象となる物品を撮影してその画像データを基準データと比較することで物品の良否判定を行うものが公知である。

【0003】

以下、図8に示した処理手続の概念図と図9に示した作用原理図を参照して、従来のこの種の欠陥検出方法および欠陥検出装置について簡単に説明する。

【0004】

従来の欠陥検出方法および欠陥検出装置では、まず、実際の欠陥検出作業のための前処理として、適切な形状を有する物品を所定の位置に置いて撮影し、図9(a)に示されるような欠陥のない物品の画像データを得る(図8のステップa1)。

【0005】

次いで、これを良否判定の基準となる画像データとして画像処理装置等に登録する(図8のステップa2)。この画像データは、図9(a)に示される通り、撮影位置に関する情報、つまり、物品がカメラの視野のどの位置に置かれていたかといった情報を含んでいる。具体的には、この位置情報はフレームメモリ内のアドレスである。

【0006】

また、この前処理の段階で、物品の形状や大きさ等の特性を考慮し、物品を良品と見なしてもよい範囲の寸法誤差や形状誤差等に相当する判定値をオペレータが自らの手で設定する(図8のステップa3)。結果的に、この判定値が小さければ

れば良否判定の基準は厳しいものとなり、また、この判定値が大きければ良否判定の基準は大まかなものとなる。

【0007】

そして、新たに生産された物品を検査するときには、前述した基準データ作成のときと同様の位置に検査対象となる物品を載置し（図8のステップa4）、前記と同様に撮影を実施して図9（b）に示されるような画像データを得る（図8のステップa5）。なお、図9（b）においては外周部に欠陥のある物品が撮影されたものと仮定し、欠陥に相当する部分を白抜きの丸で定性的に示している。

【0008】

次に、前述のようにして予め登録された良否判定の基準となる画像データを画像処理装置に読み込み、基準となる画像データと今回取り込んだ検査対象の画像データとを比較し、その差分を出力する（図8のステップa6）。実際には画像処理装置内のフレームメモリで画像データがピット毎に相互に比較され、濃淡の不一致部分が出力されることになるので、図9（a）のような基準データと図9（b）のような検査対象データからの差分出力は、例えば、図9（c）に示されるような白抜きの丸で定性的に示すことができる。

【0009】

要するに、この面積の大小が両者の不一致の度合いを示しており、その面積が小さければ不一致の度合いは小さく、また、その面積が大きければ不一致の度合いは大きい。

【0010】

最終的に、この不一致の度合い、つまり、差分出力の値が前述の判定値を越えていなければ検査対象の物品は良品と見なされ、また、差分出力が判定値を越えていれば、その物品は不良品と見なされることになる（図8のステップa7）。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前述した通り、図9（a）の画像データや図9（b）の画像データには撮影位置に関する情報が含まれているため、もし、基準となる画像データの取得時や検査対象となる物品の載置時に適切な位置決め作業が行われないと、実際

には物品が正常であったとしても、位置ズレによって差分出力が増大し、不良品であるといった誤った判定結果が導かれる場合がある。

【0012】

また、物品の載置位置自体が全く同様であったとしても、例えば、外歯歯車や内歯歯車またはスプロケット等のように、外径の輪郭が全体として丸い構造のものでは、その外周部を治具等に突き合わせて正確な位置決めを行ったとしても、定位置での物品の回転による姿勢変化を規制することはできない。従って、物品の外径を治具等に押し当てて物品のセンタを的確に位置決めしたとしても、回転位置のズレ等によって外周部の突出部の位置に不整合が生じ、前述した差分出力が増大して、適切な判定結果が得られなくなる可能性が高い。

【0013】

このように、この種の従来の欠陥検出方法および欠陥検出装置には、物品の載置位置のズレや回転位置のズレ等によって的確な良否判定が著しく困難になるとといった欠点があった。

【0014】

また、種別の異なる物品の良否判定を行うためには、前述した作用原理から自明なように、検査対象となる物品の大きさや形状毎に個別の基準データと判定値を準備しておかなければならず、段取り作業が煩わしく、また、複数種の基準データや判定値を保存するために容量の大きな記憶手段が必要となる問題がある。

【0015】

更に、良否判定のための判定値に関しても、物品の載置位置のずれや回転位置のずれの影響があるため、その値をどの程度の大きさに設定すればよいかといった合理的な判断基準がなく、的確な良否判定が可能な判定値を求めるのが難しいといった問題がある。

【0016】

また、この種の従来装置では、検査対象となる物品に対して光を投影し、その反射光を利用して物品を撮影して画像データを生成するのが一般的であり、検査対象となる物品の色合いと背景色との関係等によっては、画像情報の2値化に必要とされる十分なコントラストが得られなくなるといった欠点があった。

【0017】

更に、環境光の影響で生じる影等も判定結果に影響を与えるため、常に最適の作業環境を得るといったことは非常に難しい。

【0018】

【発明の目的】

そこで、本発明の目的は、前記従来技術の欠点を解消し、載置位置のズレや回転位置のズレによって歯車やスプロケット等の物品の良否判定に異常を生じることなく、煩雑な段取り作業が不要で、良否判定のための判定値も容易に設定することのできる欠陥検出方法および欠陥検出装置を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明の欠陥検出方法は、円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出方法であり、特に、外歯歯車やスプロケット等のように円弧の外側に突出部を備えた物品の突出部の欠陥検出方法において、検査対象となる物品の各突出部の先端に外接する円弧を求めた後、この円弧で区画される領域の内側部分と前記物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出して各々の重合領域の面積を求め、これら各々の重合領域の面積を相互に比較して、その面積差が予め決められた判定値の範囲内にあれば欠陥なしと判定する一方、前記面積差が予め決められた判定値の範囲を越えた場合には欠陥ありと判定することを特徴とした構成を有する。

【0020】

検査対象となる物品の各突出部の先端に外接する円弧の内側部分と物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域の大きさは、物品の位置に関する情報を含まず、物品の位置や回転姿勢に関わりなく常で一定である。従って、これらの重合領域の各々の面積を相互に比較して良否判定を行うことにより、検査対象となる物品の位置ズレや回転位置のズレ等に関わりなく的確な良否判定を実施することができる。

また、突出部の先端に欠損等の異常が生じている場合には、前述した重合領域のうち隣接する重合領域同士が分離されることなく一体化してしまうため、欠損

部の近傍の重合領域の面積が著しく大きくなる。具体的には、その重合領域の面積は正常な部分の重合領域の面積に比べて2倍以上である。このように、欠損等の異常の発生によって重合領域の面積が不連続的に大きく変化するので、良否判定に用いる判定値の設定は容易であり、しかも、突出部の先端に生じる欠損等を確実に検出することができる。

更に、良否判定に用いるデータは物品の検査を実施する時点で検査対象となる物品それ自体から抽出しているので、予め良品をもとにして基準データを生成するといった前処理は不要となり、段取り作業が簡略化される。また、検査対象となる物品それ自体から良否判定に用いるデータを抽出するようにしているため、物品の大きさや形状が良否判定の結果に影響を与えることはなく、検査対象の種別毎の基準データや判定値等の設定も不用であって、これらのデータを記憶するための容量の大きな記憶手段も必要なくなる。

【0021】

本発明の欠陥検出装置は、円弧に沿って所定ピッチで同一形状の突出部を形成された物品の突出部の欠陥検出装置であり、特に、外歯歯車やスプロケット等のように円弧の外側に突出部を備えた物品の突出部の欠陥検出装置において、検査対象となる物品を撮影するための撮影手段と、撮影された画像をデジタルデータとして保持するための画像取込手段と、前記画像取込手段に保持されたデジタルデータを解析して前記物品の各突出部の先端に外接する円弧を求め、該円弧で区画される領域の内側部分と前記物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出して個々の重合領域の面積を求める領域面積検出手段と、この領域面積検出手段により求められた各々の重合領域の面積を相互に比較して面積差を求める領域面積比較手段と、該領域面積比較手段によって求められた面積差が予め決められた判定値の範囲内にあれば欠陥なしと判定する一方、前記面積差が予め決められた判定値の範囲を越えた場合には欠陥ありと判定する欠陥判定手段とを備えたことを特徴とする構成を有する。

【0022】

このような構成の場合、検査対象となる物品は撮影手段によって撮影され、撮影された画像のデジタルデータが画像取込手段に保持される。

そして、領域面積検出手段は、画像取込手段に保持されたデジタルデータを解析して物品の各突出部の先端に外接する円弧を求め、この円弧で区画される領域の内側部分と物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出し、各々の重合領域の面積を求める。

領域面積比較手段は前記領域面積検出手段によって求められた各々の重合領域の面積を相互に比較して面積差を求め、最終的に、この面積差が予め決められた判定値の範囲内にあれば、欠陥判定手段から欠陥なしの判定結果が出力され、また、前記面積差が予め決められた判定値の範囲を越えた場合には欠陥判定手段から欠陥ありの判定結果が出力される。

【0023】

また、内歯歯車等のように円弧の内側に突出部を備えた物品の欠陥検出方法においては、検査対象となる物品の各突出部の先端に内接する円弧を求めた後、この円弧で区画される領域の外側部分と物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の領域を抽出して各々の重合領域の面積を求め、これら各々の重合領域の面積を相互に比較して、その面積差が予め決められた判定値の範囲内にあれば欠陥なしと判定する一方、前記面積差が予め決められた判定値の範囲を越えた場合には欠陥ありと判定することにより前記目的を達成した。

【0024】

このように、円弧の内側に突出部を備えた物品の欠陥検出方法の場合は、各突出部の先端に内接する円弧で区画される領域の外側部分と物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域の面積を比較する。その他の点に関しては円弧の外側に突出部を備えた物品の欠陥検出方法の場合と同様である。

【0025】

また、内歯歯車等のように円弧の内側に突出部を備えた物品の欠陥検出装置においては、領域面積検出手段により、突出部に内接する円弧で区画される領域の外側部分と物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出して各々の重合領域の面積を求め、その値を比較することになる。

【0026】

その他の点に関しては円弧の外側に突出部を備えた物品の欠陥検出装置の場合

と同様である。

【0027】

更に、これらの欠陥検出装置において、検査対象となる物品を載置するためのライトボックスを併設し、このライトボックスの照射面と対向させて撮影手段を配備することにより、画像処理に必要とされる十分なコントラストを得られるようにした。

【0028】

この場合、ライトボックスからの透過光が遮られているか否かによって検査対象となる物品の輪郭が検出されるので、物品の色合いや環境光の影響等に関わりなく的確に検査対象となる物品の輪郭を撮影することができる。

【0029】

また、これらの欠陥検出装置の撮影手段には、ライトボックスが照射する光の波長以外の光を有害光として除去するバンドパスフィルタを配備することが可能である。

【0030】

これにより、環境光の強弱の影響やこれに伴って発生する影等の影響を確実に除去することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の一実施形態における欠陥検出方法の処理手続の流れについて簡略化して示した概念図である。また、図2(a), (b)および図3(a), (b)は、同実施形態の作用原理について示した作用原理図であり、一例として、鋳造や焼結等で製造されたスプロケット1を検査対象とした場合について示している。鋳造や焼結等で製造されたスプロケット1の場合、突出部となるモジュール1aの先端に欠損が生じ易いといった問題がある。

【0032】

ここで、検査対象となるスプロケット1を撮影するための撮影手段としては、例えば、図4に示されようなCCDカメラ2を利用することができる。ライトボ

ックス3は検査対象となるスプロケット1を載置するためのもので、その照射面には、出力光を拡散して所定面内での光の強度を一定化するためのディフューザ4を装備することが望ましい。また、ライトボックス3の照射面に対向して配備したCCDカメラ2の撮影レンズには、ライトボックス3からの光を透過してデイライト、蛍光灯、白熱灯等の環境光の波長の大半をカットするバンドパスフィルタ5と外乱光を遮光するための図示しないフードが装備されている。

【0033】

図5は、この実施形態で使用した欠陥検出装置6の構成の概略を示した機能ブロック図である。欠陥検出装置6の主要部は、CCDカメラ2で撮影された画像を処理するための画像処理部7と、良否判定のための判定値等を設定するための手動データ入力部8、および、最終的な良否判定の結果を表示してオペレータに示すためのモニタ装置9によって構成される。

【0034】

画像処理部7は、CPUおよびROM、RAMならびに不揮発性メモリ等によって構成される制御装置の一種であり、CCDカメラ2の撮影データを保持する画像取込手段としてのフレームメモリと、オペレータによって手動データ入力部8を介して設定された判定値を不揮発記憶するための判定値記憶手段とを備える。

【0035】

また、画像処理部7のROMには、フレームメモリ内の画像データを解析してスプロケット1の突出部であるモジュール1aに外接する円弧を求め、この円弧の内側部分とスプロケット1の欠切部分とが重合する重合領域の面積を求めるための領域面積検出手段と、この領域面積検出手段で求められた各々の重合領域の面積を相互に比較して面積差を求めるための領域面積比較手段、および、求められた面積差を判定値と比較して最終的な良否判定を行う欠陥判定手段の各機能を達成するための機能実現手段となる制御プログラムが予め収められている。

【0036】

このような欠陥検出装置6を使用してスプロケット1の良否を判定する場合、オペレータは、予め、このスプロケット1の良否判定に適切と思われる大きさの

判定値を手動データ入力部8を介して画像処理部7の判定値記憶手段に設定しておく(図1のステップb1)。

【0037】

ここで問題となるのが判定値の大きさであるが、この実施形態の場合、スプロケット1のモジュール1aの先端に欠損があると、例えば、図3(b)に示されるように、スプロケット1のモジュール1aに外接する円弧とスプロケット1の欠切部分との重合領域1bのうち欠損のあるモジュール1aの両側に位置する2つの重合領域1bが一体化して1つの重合領域1bとなるため、その面積が不連続的に大きく増大する。そして、この部分の面積は、図3(b)からも明らかのように、正常なモジュール1aを有する重合領域1bの面積の2倍以上である。

【0038】

最終的な良否判断は、各重合領域1bの面積差、つまり、ある部分の重合領域1bの面積から別のある部分の重合領域1bの面積を差し引いた値の絶対値を利用して行われるので、良否判定のための判定値としては、例えば、正常な部分の重合領域1bの面積に匹敵する値を設定すればよいことになる。

【0039】

ここで、仮に、モジュール1aに欠損のない正常な部分の重合領域1bの面積をSとすれば、モジュール1aの先端に面積 α に相当する大きさの欠損がある場合の重合領域1bの面積は $2S + \alpha$ となり、両者間の面積差 $| (2S + \alpha) - S |$ または $| S - (2S + \alpha) |$ の値は必ずSの値よりも大きくなる。

【0040】

従って、本実施形態においては、単に、正常な部分の重合領域1bの面積に匹敵する値を判定値として設定するだけで、確実にモジュール1a先端の欠損を検出することができる。よって、判定値の設定に関する曖昧さは全くない。

【0041】

そして、新たに製造されたスプロケット1の良否を判定する場合には、まず、図4に例示されるようにして検査対象となるスプロケット1をライトボックス3の上に載置し、ライトボックス3を点灯させた後、CCDカメラ2によってスプロ

ロケット1を鉛直上方から撮影し、その画像データを画像処理部7の画像取込手段であるフレームメモリに取り込む（図1のステップb2）。

【0042】

そして、この画像データを通常のグレースケール濃淡処理によって2値化し、スプロケット1の画像に相当するデジタルデータを得る（図1のステップb3）。ここで、スプロケット1のモジュール1aに全く欠損のない正常なデータの一例を図2（a）に、また、一部のモジュール1aに欠損がある不良品のデータの一例を図3（a）に示す。

【0043】

前述した通り、CCDカメラ2はライトボックス3からの透過光を利用して撮影を行うので、従来のような反射光を利用した撮影の場合に比べて高いコントラストを得ることができ、しかも、バンドパスフィルタ5によって環境光の影響が大幅に除去されるので、簡単なグレースケール濃淡処理によって、図2（a）あるいは図3（a）に示されるようなノイズのない適正な2値画像のデータを容易に得ることができる。なお、図2（a）および図3（a）においてスプロケット1の両側に見える矩形状の黒い影は、スプロケット1をライトボックス3にセッティングするために使用した治具10である。

【0044】

次いで、画像処理部7の領域面積検出手段を作動させてフレームメモリ内のデジタルデータを解析し、これら多数のモジュール1aに外接する円弧11を求め、この円弧11によって区切られる内側領域とスプロケット1の欠切部分とが重なり合う多数の重合領域1bを抽出し（図1のステップb4）、各重合領域1bの面積、つまり、図2（b）あるいは図3（b）に示されるような半円弧状の黒色部の面積の各々を求める（図1のステップb5）。

【0045】

前述した通り、欠損のあるモジュール1aの両側に位置する2つの重合領域1bは、図3（b）に示されるように一体化して1つの重合領域1bとなってしまうので、その面積は、正常なモジュール1aを有する部分の重合領域1bの面積の2倍以上となる。

【0046】

次に、画像処理部7の領域面積比較手段と欠陥判定手段を作動させ、各々の重合領域1bの面積を相互に比較して夫々の重合領域1b間の面積差を求め、これらの面積差が予め設定した判定値内にある場合には欠陥なし、また、判定値を越えた場合には欠陥ありと判定して(図1のステップb6)、その判定結果をモニタ装置9に出力する。

【0047】

この結果、例えば、図2(b)に示されるような例では、各重合領域1b間の面積差は殆ど皆無であるので、スプロケット1が良品として判定される。また、図3(b)の例では、2つの重合領域1bがモジュール1a先端の欠損で繋がって形成された面積の大きな重合領域1bが存在しており、この重合領域1bと他の正常な大きさの重合領域1bとの間の面積差が正常な重合領域1bの面積の100%を越えるので、不良の判定結果が出力されることになる。

【0048】

ここで、図2(a)あるいは図3(a)に示した例のようにスプロケット1の両側を治具10で固定している場合には、治具10の影と干渉する重合領域1b、つまり、左右両側に位置する重合領域1bの面積が、モジュール1aの欠陥の有無に関わりなく小さ目の値として検出される場合がある。

【0049】

そこで、図3(b)に示されるように、正常な重合領域1bの面積をS、治具10と左右両側の重合領域1bとが干渉している部分の面積を β とすれば、左右両側に位置する重合領域1bの面積 $(S - \beta)$ と他の正常な部分の重合領域1bの面積Sとの差 $| (S - \beta) - S |$ または $| S - (S - \beta) |$ の値は β であり、 β の取り得る値は $0 < \beta < S$ であるから、必ず、この面積差は正常な部分の重合領域1bの面積Sよりも小さくなる。つまり、治具10と左右両側の重合領域1bとが干渉している部分から欠陥が検出されることはない。

【0050】

従って、良否判定のための判定値を重合領域1bの正常な面積と同等の値に設定しておくことにより、重合領域1bの一部が治具10と重なったような場合で

あっても、治具10との干渉による判定誤りを生じることなく、適切な良否判定を行うことが可能である。つまり、スプロケット1の載置位置や回転位置、更には、治具10との干渉にオペレータが気を使う必要は全くない。

【0051】

しかも、円の周りを完全に一巡してモジュール1aを形成した通常の形状のスプロケット1に限らず、扇形の機械要素の円弧の外周部にモジュール1aを形成したような特殊形状のスプロケット1に対しても、その両側に遮光板を置いてライトボックス3からの光をマスキングすることで、適切な良否判定を実施することが可能となる。この場合に抽出される重合領域のデータは定性的に見て図2（b）あるいは図3（b）のものと同等である。

【0052】

一方、外周部に一巡してモジュール1aを形成されたスプロケット1の全体が撮影されている場合、つまり、治具10等を使用せず、かつ、スプロケット1が全体として円形の輪郭を有し、その全体像がCCDカメラ2の視野内に完全に収められているような場合には、正常な部分の重合領域1bの面積が小さ目に検出されるといった現象は起きないから、判定値の値は、重合領域1bの正常な面積値よりも相当に小さ目に設定しても問題はない。この場合、判定値の値を十分に小さく設定することにより、モジュール1aの先端に生じる欠損のみならず、谷の部分に生じるバリや欠損等の異常を検出することも可能である。

【0053】

次に、本実施形態の欠陥検出装置6の処理動作について、図6および図7のフローチャートを参照して具体的に説明する。

【0054】

まず、オペレータは、ライトボックス3に電源を投入し、検査対象となるスプロケット1をライトボックス3上に載置する。次いで、オペレータが欠陥検出装置6の起動スイッチを操作すると、画像処理部7のCPU（以下、単にCPUと称する）がROMの制御プログラムに従って処理動作を開始する。

【0055】

CPUは、まず、撮影手段としてのCCDカメラ2にスナップショット指令を

出力し、該CCDカメラ2によるスプロケット1の撮影を実行させ、その画像データを画像取込手段としてのフレームメモリに読み込む（ステップc1）。

【0056】

次いで、CPUは、この画像データに対して通常のグレースケール濃淡処理を施して画像を2階調化し、スプロケット1の画像に相当するデジタルデータを得る（ステップc2）。

【0057】

そして、領域面積検出手段としてのCPUは、このデジタルデータを解析し、例えば、図2（a）あるいは図3（a）に示されるように、スプロケット1の多数のモジュール1aに外接する円弧11を求め（ステップc3）、この円弧11によって区切られる内側領域とスプロケット1の欠切部分とが重なり合う部分で形成される多数の重合領域1bを抽出する（ステップc4）。

【0058】

この重合領域1bの抽出結果の一例を図2（b）および図3（b）に示す。前述した通り、図2（b）は欠損のない正常なスプロケット1の例、また、図3（b）はモジュール1aの一部に欠損のあるスプロケット1の例である。

【0059】

次いで、領域面積検出手段としてのCPUは、指標iの値を1に初期化し（ステップc5）、図2（b）あるいは図3（b）に示されるような抽出データから1つの重合領域1bを選択して当該重合領域1bの面積を求め（ステップc6）、その値を指標iの値に対応する面積記憶レジスタR（i）に一時記憶する（ステップc7）。

【0060】

そして、領域面積検出手段としてのCPUは、ステップc4の処理で抽出された全ての重合領域1bに対する選択処理が完了しているか否かを判別し（ステップc8）、未選択の重合領域1bが1つでも残っていれば、指標iの値を1インクリメントして（ステップc9）、前記と同様に、次の重合領域1bを選択して当該重合領域1bの面積を求め、その値を指標iの値に対応する面積記憶レジスタR（i）に一時記憶するといった処理を繰り返し実行する（ステップc6～ス

ステップc9)。

【0061】

そして、このような処理を繰り返すことにより全ての重合領域1bが選択され、その各々の面積が面積記憶レジスタR(i)に記憶されると、領域面積検出手段としてのCPUは、このループ処理を終える。

【0062】

なお、図2(b)の例では重合領域1bが8個あるので指標iの最終値は8、また、図3(b)の例では重合領域1bが7個あるので指標iの最終値は7となる。

【0063】

次いで、領域面積比較手段としてのCPUは、指標iの現在値に対応する面積記憶レジスタR(i)に記憶されている面積の値、つまり、前述のループ処理で最後に読み込まれた重合領域1bの面積の値を基準面積記憶レジスタSに一時記憶する(ステップc10)。次いで、CPUは指標iの値を1ディクリメントし(ステップc11)、該指標iの現在値が初期値1を下回っているか否か、つまり、最後に読み込まれた重合領域1bの面積Sと、これを除く他の重合領域1bの面積との比較処理が全て完了しているか否かを判別する(ステップc12)。

【0064】

そして、指標iの値が初期値1を下回っていなければ、領域面積比較手段としてのCPUは、該指標iの現在値に対応する面積記憶レジスタR(i)に記憶されている他の重合領域1bの面積の値を新たに読み込み(ステップc13)、この面積と基準面積記憶レジスタSに記憶された面積との差を求め、この面積差が判定値記憶手段としての不揮発性メモリに予め記憶された判定値 ε の範囲、例えば、正常な重合領域1bの面積の100%内にあるか否かを判別する(ステップc14)。

【0065】

ここで、基準面積記憶レジスタSと面積記憶レジスタR(i)の面積差が判定値 ε の範囲内にあれば、領域面積比較手段としてのCPUは、指標iの値を1ディクリメントして再び指標iの現在値の判別処理を行い、前記と同様にして、指

標 i の現在値に対応する面積記憶レジスタ R (i) の値を新たに読み込んで基準面積記憶レジスタ S との面積差を求め、この面積差が判定値 ε の範囲内にあるか否かといった判別処理を繰り返し実行する（ステップ c 11～ステップ c 14）。

【0066】

このような処理を繰り返し実行する間にステップ c 12 の判別結果が真となつた場合、つまり、最後に読み込まれた重合領域 1 b の面積と他の重合領域 1 b の面積との面積差の全てが判定値 ε の範囲内にあることが判明した場合には、欠陥判定手段としての CPU は、このスプロケット 1 の全てのモジュール 1 a の先端に欠損がないものと見做し、モニタ装置 9 に対して欠陥のないことを示す信号を出力し（ステップ c 16）、これを受けたモニタ装置 9 が、オペレータにこのスプロケット 1 が良品であることを可視表示して知らせる。

【0067】

ここで、図 2 (b) の例では、前述したステップ c 7 の処理における面積データの読み込み順序により、基準面積記憶レジスタ S に正常な大きさの重合領域 1 b の面積値が記憶される可能性と、治具 10 との干渉によって正常値よりも小さな面積値が記憶される可能性とがある。しかし、何れの値を基準面積 S として定義した場合であっても、他の重合領域 1 b と基準面積 S との面積差が正常値の 100% を越えることはないので、このスプロケット 1 は良品と判定されることになる。従って、前述したステップ c 7 での面積データの読み込み順序がどのようなものであれ、図 2 (b) のデータに対する判定結果は良品である。

【0068】

一方、ステップ c 11～ステップ c 14 の処理を繰り返す間にステップ c 14 の判別結果が真となつた場合、つまり、最後に読み込まれた重合領域 1 b の面積と他の重合領域 1 b の面積との面積差のうち判定値 ε の範囲を越えるものが 1 つでもあることが確認された場合には、欠陥判定手段としての CPU は、少なくとも 1 箇所以上のモジュール 1 a の先端に欠損があるものと見做し、モニタ装置 9 に対して欠陥のあることを示す信号を出力し（ステップ c 15）、これを受けたモニタ装置 9 が、オペレータにこのスプロケット 1 が不良品であることを可視表

示して知らせる。

【0069】

ここで、図3 (b) の例では、前述したステップc 7の処理における面積データの読み込み順序により、基準面積記憶レジスタSに正常な大きさの重合領域1 bの面積値が記憶される可能性と、治具10との干渉によって正常値よりも小さな面積値が記憶される可能性と、モジュール1aの先端の欠損で生じる重合領域1 bの相互結合によって正常値よりも大きくなった部分の重合領域1 bの面積値が記憶される可能性とがある。

【0070】

もし、仮に、正常な大きさの重合領域1 bの面積値が基準面積Sとして記憶された場合には、モジュール1aの先端の欠損で生じる重合領域1 bの相互結合によって正常値よりも大きくなった部分の重合領域1 bと基準面積Sとの間の面積差が正常値の100%を越える。また、治具10との干渉によって正常値よりも小さくなった部分の重合領域1 bの面積値が基準面積Sとして記憶された場合には、モジュール1aの先端の欠損で生じる重合領域1 bの相互結合によって正常値よりも大きくなった部分の重合領域1 bと基準面積Sとの間の面積差が正常値の100%を越える。また、モジュール1aの先端の欠損で生じる領域の相互結合によって正常値よりも大きくなった部分の重合領域1 bの面積値が基準面積Sとして記憶された場合には、正常な大きさを有する部分の重合領域1 bの面積と基準面積Sとの間の面積差、および、治具10との干渉によって正常値よりも小さくなった部分の重合領域1 bの面積と基準面積Sとの間の面積差が共に正常値の100%を越える。従って、前述したステップc 7での面積データの読み込み順序がどのようなものであれ、図3 (b) のデータに対する判定結果は必ず不良品となる。

【0071】

以上、一実施形態として、判定値 ε の値を予めオペレータが設定しておく場合の例について述べたが、この判定値 ε は、必ずしも段取りの段階で手動設定しておく必要はなく、スプロケット1の検査を実施する段階でCPUの内部処理によって自動的に生成することも可能である。ここで、判定値 ε を自動的に生成する

場合の処理について簡単に説明する。

【0072】

前述したC P Uの処理でステップc 8の判別結果が真となった段階では、既に、面積記憶レジスタR (i) の各々に全ての重合領域1 bの面積データが保存されている。従って、基本的には、この段階で全ての面積記憶レジスタR (i) の値を加算してその平均を求めて判定値 ε とすればよい。

【0073】

しかし、実際には治具10を使用して大まかな位置決め作業を行うことがあり、スプロケット1の両側の重合領域1 bの面積が実際よりも小さな値として面積記憶レジスタR (i) に記憶される可能性が高い。従って、従来公知のソーティング処理により、最も小さな値を有する2つの面積記憶レジスタR (i) の値を平均値の算出対象から除外する。また、モジュール1 aの先端に欠損がある場合には正常値よりも著しく大きな面積値が面積記憶レジスタR (i) に記憶されるので、モジュール1 aの欠損の発生確率に応じ、従来公知のソーティング処理により、最も大きな値を有するn個の面積記憶レジスタR (i) の値を平均値の算出対象から除外する。普通、1つのスプロケット1で2ヶ所以上の欠損が生じることは考えにくいので、実際にはn=1とし、最も大きな値を有する面積記憶レジスタR (i) の値を平均値の算出対象から除外すればよい。

【0074】

このようにして、最も小さな値を有する2つの面積記憶レジスタR (i) と最も大きな値を有する面積記憶レジスタR (i) の値を除外して面積記憶レジスタR (i) の総和を求め、その値を(iの最終値-2-n)で除すことによって正常な重合領域1 bの面積値を求め、この値を判定値 ε とすればよい。

【0075】

ステップc 8の判別結果が真となった時点でこのような処理を実施して判定値 ε の値を自動的に生成するようにすれば、図1のステップb 1に示されるような段取り作業を完全に廃止することが可能である。

【0076】

以上、円弧の外周部に突出部を備えた物品の欠陥検出に關わる処理手続と實質

的な装置に關わる実施手段について述べたが、これと同様な処理手続や実施手段を適用することにより、円弧の内周部にモジュールを備えた内歯歯車等の物品の欠陥検出を行うことも可能である。その場合は、モジュール等の突出部の先端に内接する円弧を求め、この円弧で区画される領域の外側部分と物品の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域を抽出して各々の重合領域の面積差を求めて前記と同様の処理操作を行うようにすればよい。この点に関しては前述した実施形態から容易に変更可能な程度の相違であるので、詳細な説明は省略する。

【0077】

なお、円弧の内周部にモジュールを備えた内歯歯車等において円弧で区画される領域の外側部分と欠切部分との重合部を求める際、内歯歯車の外径の直径を越えて外側の領域をスキャンすると内歯歯車を取り囲むライトボックス3のハイライト領域が物品の欠切部分の重合領域として検出される問題があるので、その場合は、前記円弧よりも直径が大きく物品の外径の直径を越えない大きさの同心円を穿設したマスキング板をライトボックス3に載置するか、または、これと同等の機能を有するマスキングレイヤをソフトウェア的に生成して、不要部分の画像の取り込みを禁止するように構成する必要がある。

【0078】

【発明の効果】

本発明の欠陥検出方法および欠陥検出装置は、検査対象となる物品の位置や回転位置とは関わりなく物品の突出部間に形成される欠切部分の面積を評価することで突出部先端形状の良否判定を行うようにしたので、検査対象となる物品の位置ズレや回転位置のズレ等に関わりなく、物品の外周あるいは内周に形成された突出部の先端の欠損を的確に判定することができる。

また、突出部先端の欠損の有無によって大きく変動する面積データを利用して良否判定を行う構成であるため、良否判定に用いるべき判定値の値も迷うことなく容易に設定することができる。

しかも、良否判定に用いるデータは検査対象となる物品それ自体から抽出しているので、予め良品をもとにして基準データを生成するといった前処理は不要と

なり、また、検査対象の種別毎の基準データや判定値等を大量に保存する必要もなくなるので、物品の検査に必要とされる前処理や段取り作業も大幅に簡略化される。

【0079】

更に、検査対象となる物品を載置するためのライトボックスに対向させて撮影手段を配備すると共に、ライトボックスが照射する光の波長に最適化されたバンドパスフィルタを撮影手段に実装するようにしたので、物品の色合いや環境光の影響等に関わりなく画像処理に必要とされる十分なコントラストを得ることができ、的確な欠陥検出を行うことができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態における欠陥検出方法の処理手続を簡略化して示した概念図である。

【図2】

同実施形態の欠陥検出方法の作用原理について示した作用原理図であり、図2 (a) は欠陥のないスプロケットを画像取込状態で示した概念図、図2 (b) は重合領域を抽出した状態で示した概念図である。

【図3】

同実施形態の欠陥検出方法の作用原理について示した作用原理図であり、図3 (a) は一部に欠陥のあるスプロケットを画像取込状態で示した概念図、図3 (b) は重合領域を抽出した状態で示した概念図である。

【図4】

同実施形態で採用した撮影手段とライトボックスの概要について示した斜視図である。

【図5】

同実施形態で使用した欠陥検出装置の構成の概略を示した機能ブロック図である。

【図6】

同実施形態の欠陥検出装置の処理動作について具体的に示したフローチャート

である。

【図7】

同実施形態の欠陥検出装置の処理動作について具体的に示したフローチャートの続きである。

【図8】

従来の欠陥検出方法および欠陥検出装置の処理手続について簡略化して示した概念図である。

【図9】

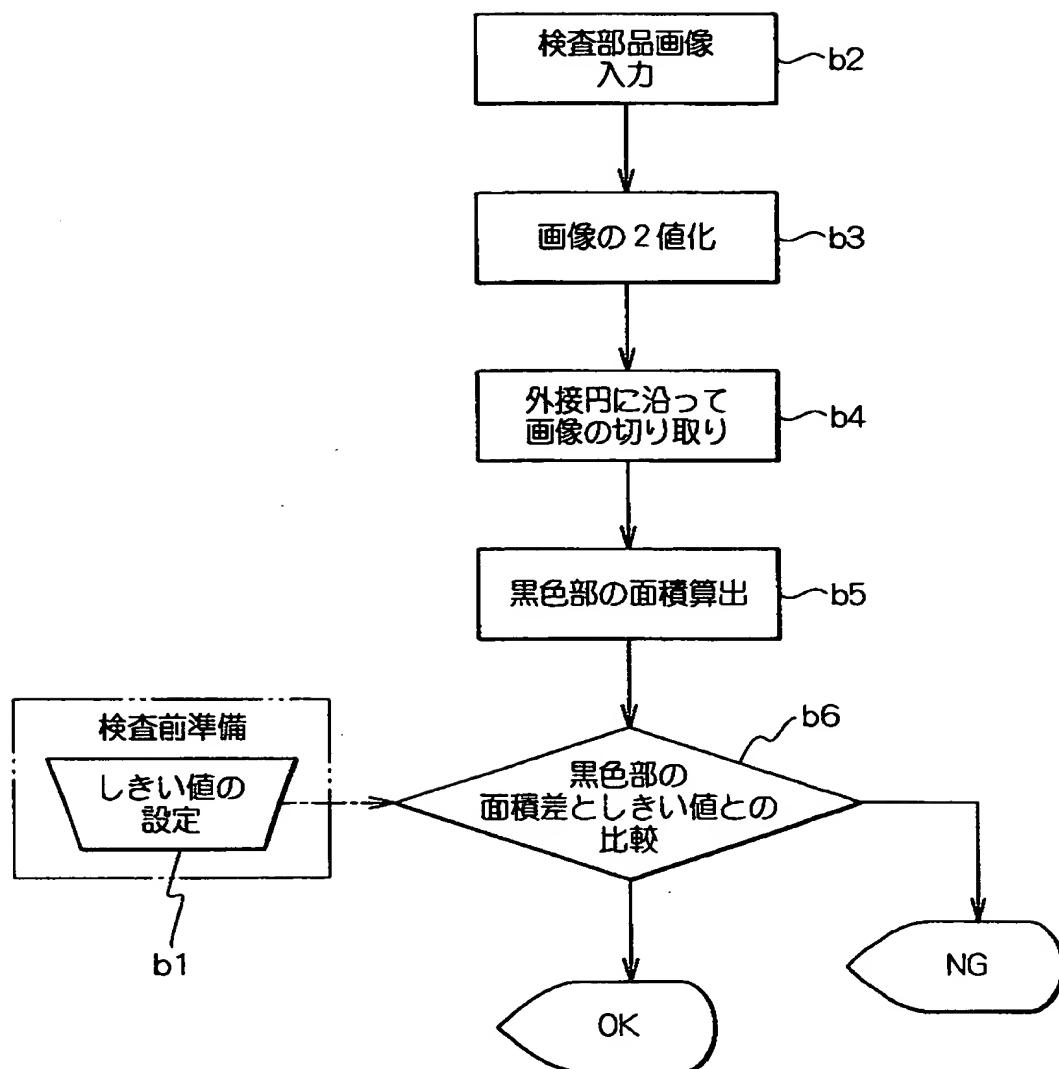
図9 (a), 図9 (b), 図9 (c) は従来の欠陥検出方法および欠陥検出装置の作用原理について簡略化して示した概念図である。

【符号の説明】

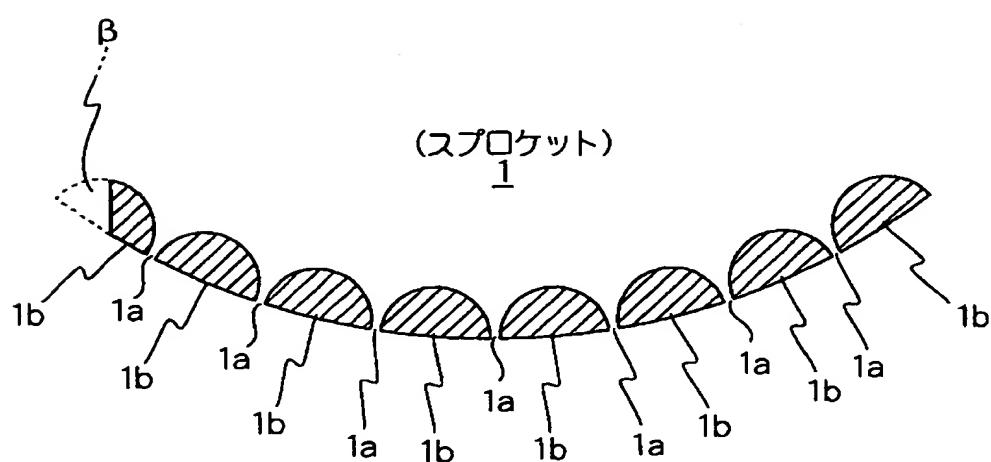
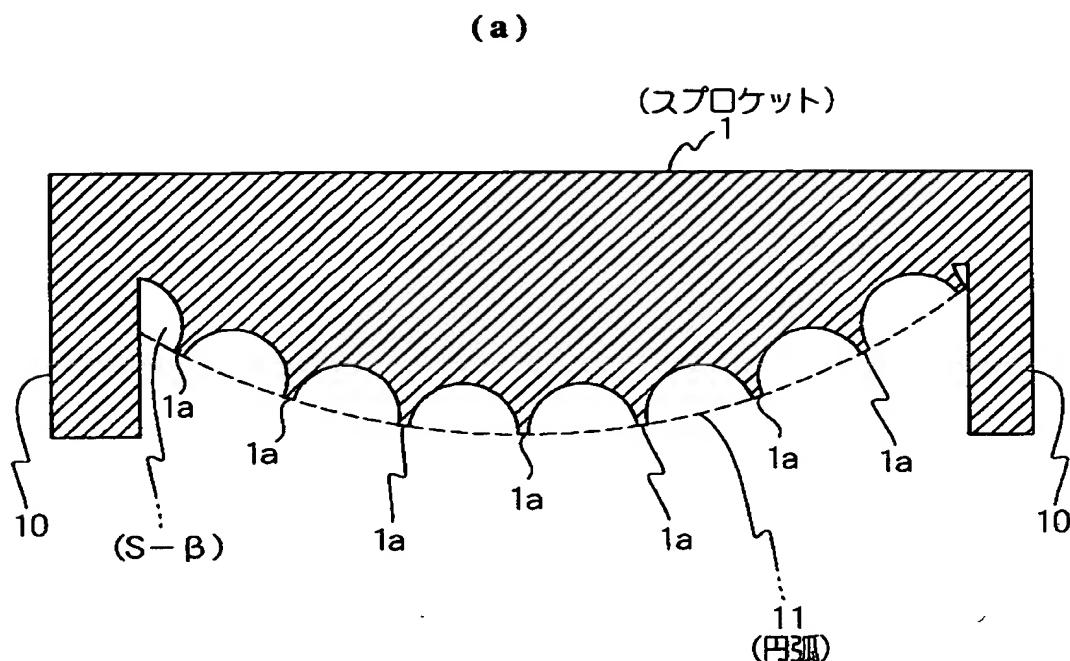
- 1 スプロケット (検査対象)
- 1 a モジュール (突出部)
- 1 b 突出部に外接する円弧とスプロケットの欠切部分との重合領域
- 2 CCDカメラ (撮影手段)
- 3 ライトボックス
- 4 ディフューザ
- 5 バンドパスフィルタ
- 6 欠陥検出装置
- 7 画像処理部 (画像取込手段, 領域面積検出手段, 領域面積比較手段, 欠陥判定手段, 判定値記憶手段)
- 8 手動データ入力部
- 9 モニタ装置
- 10 治具
- 11 円弧

【書類名】 図面

【図1】

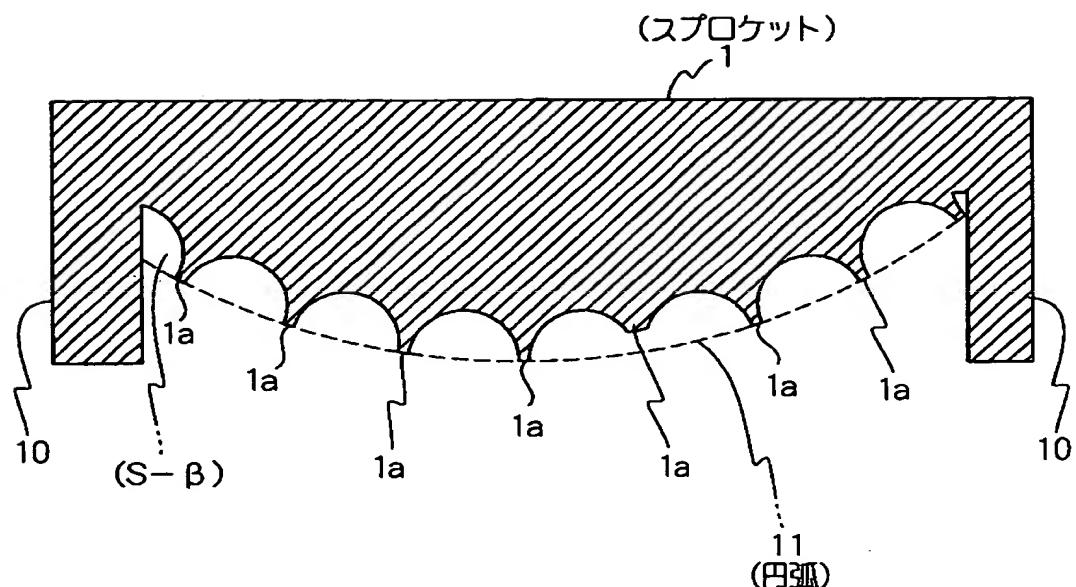


【図2】

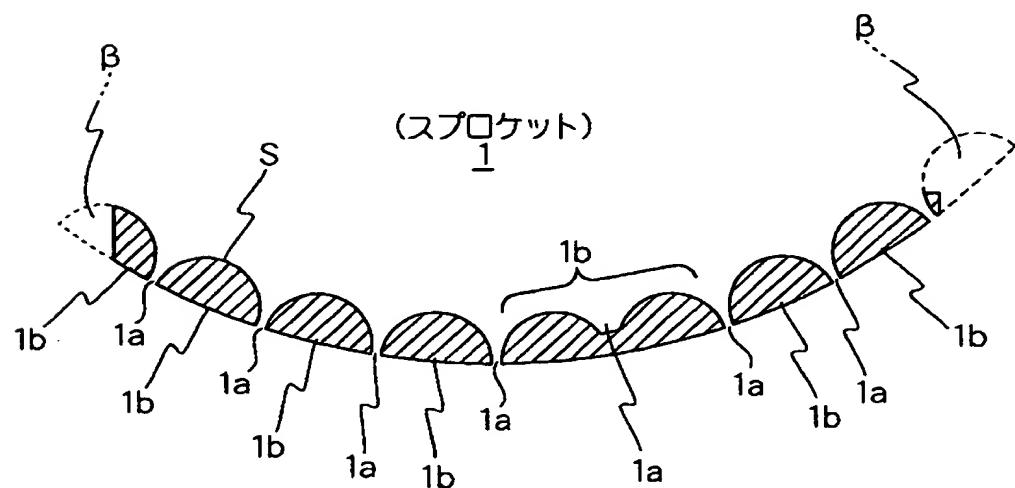


【図3】

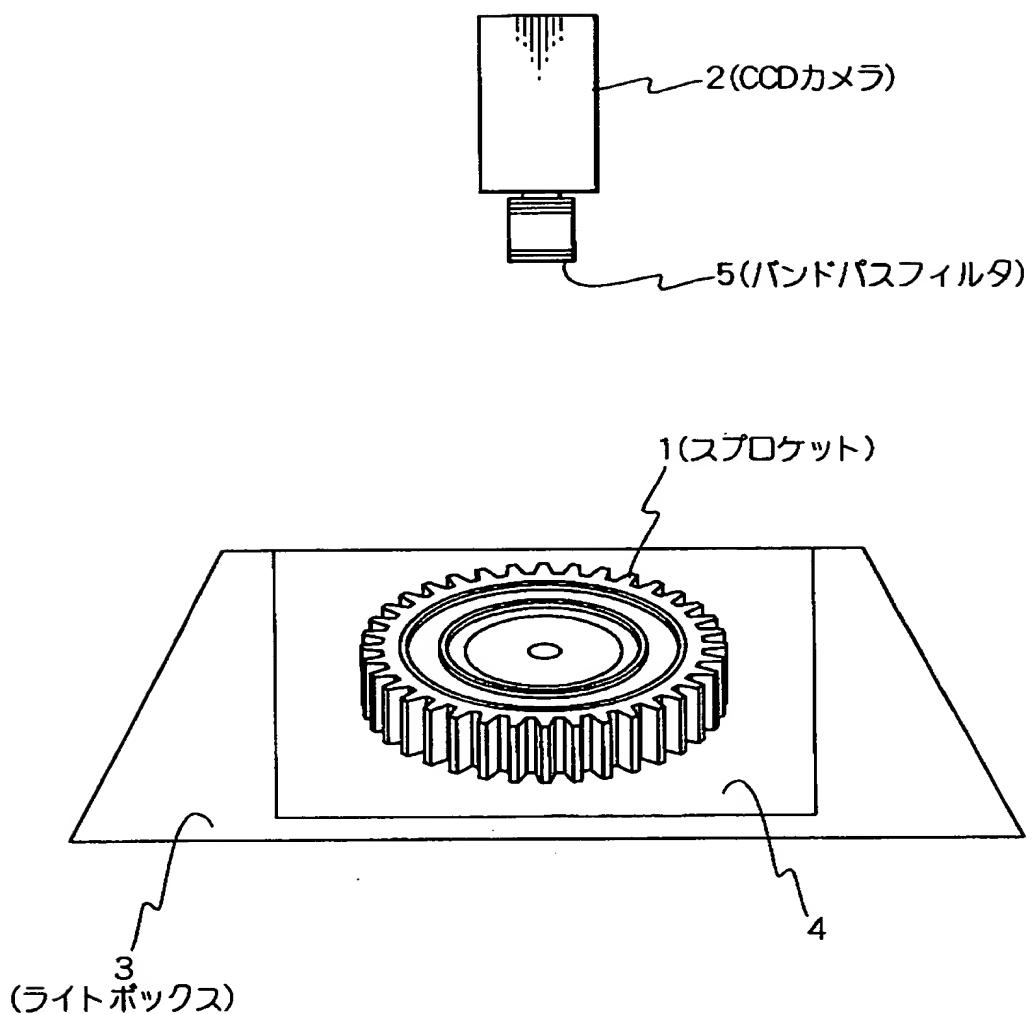
(a)



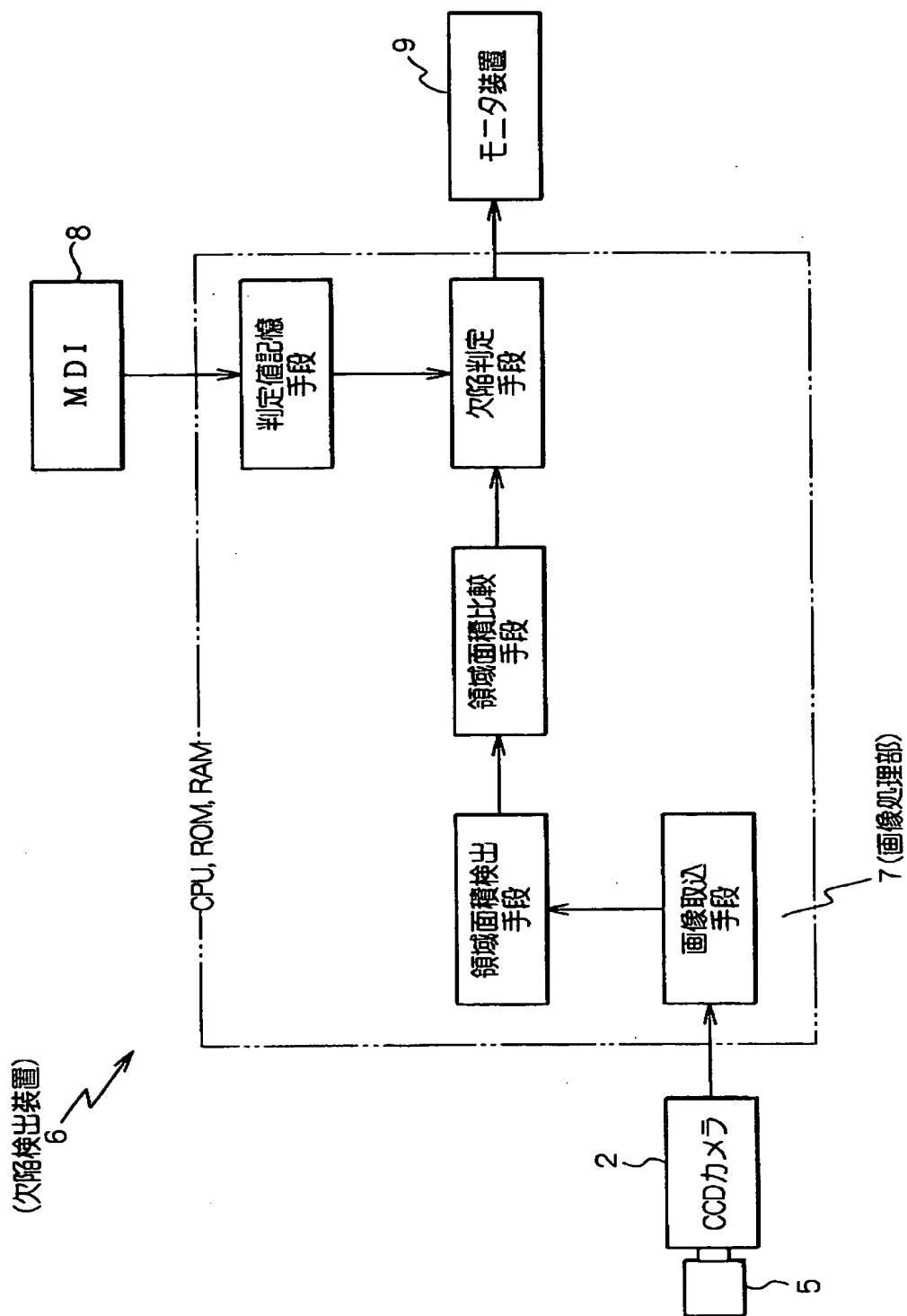
(b)



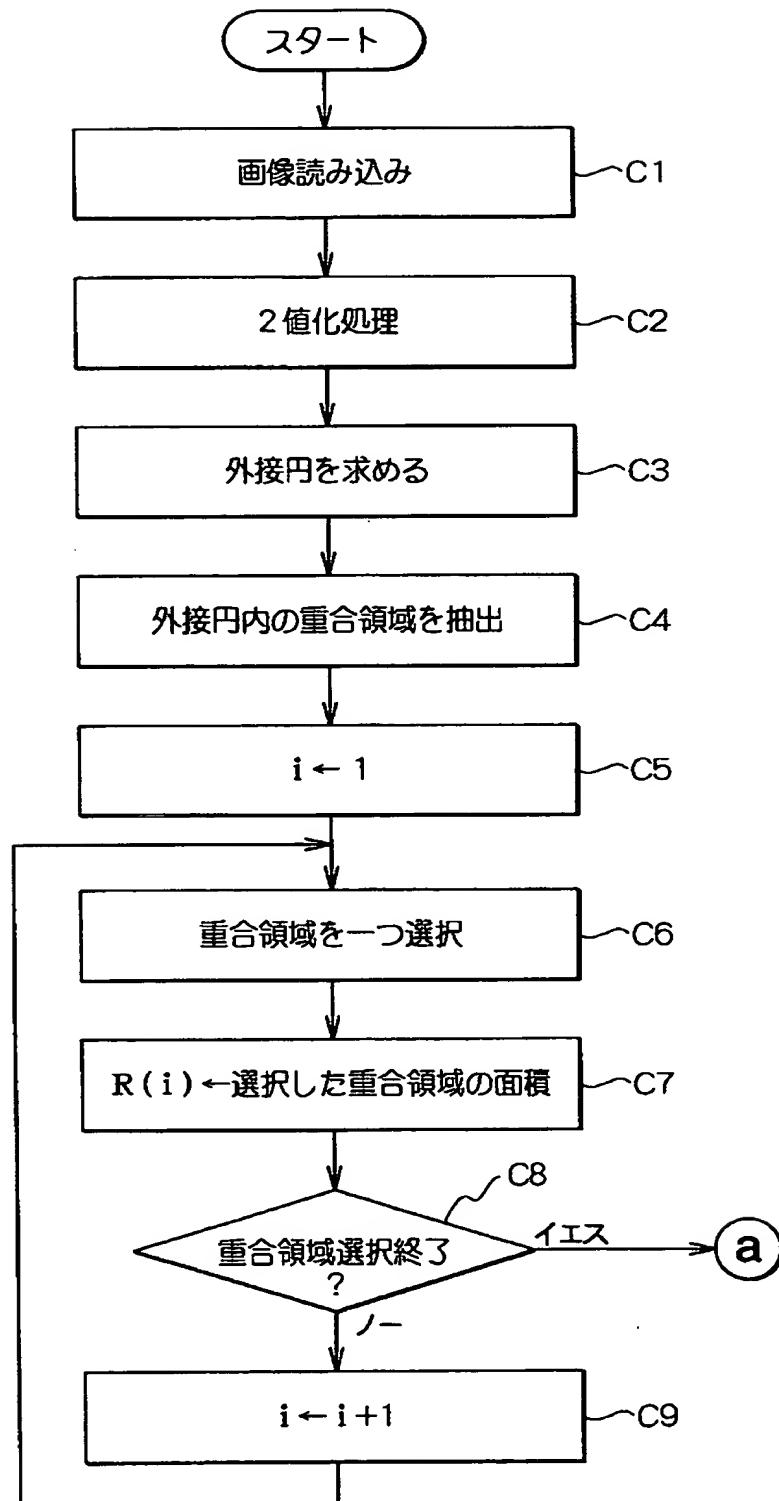
【図4】



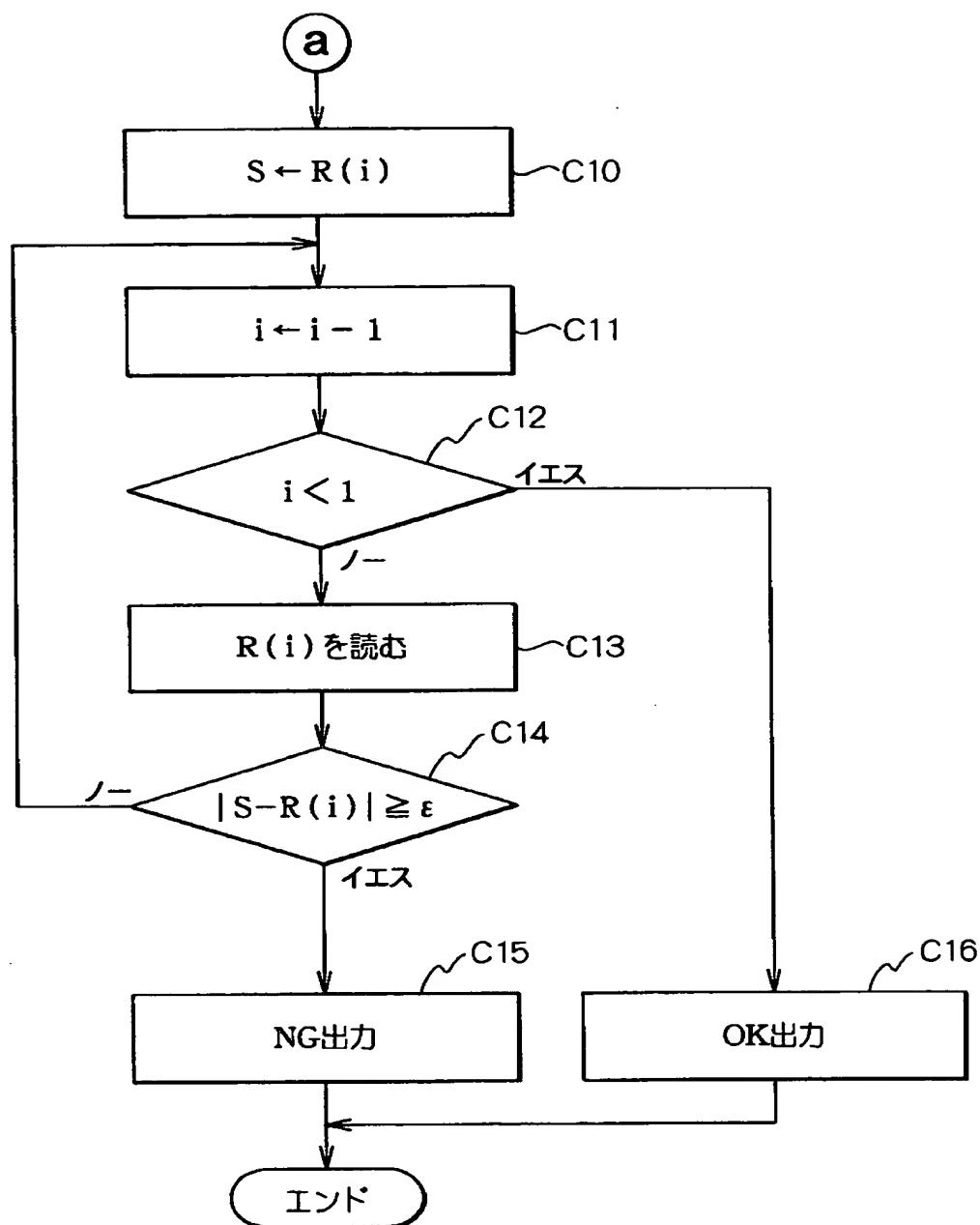
【図5】



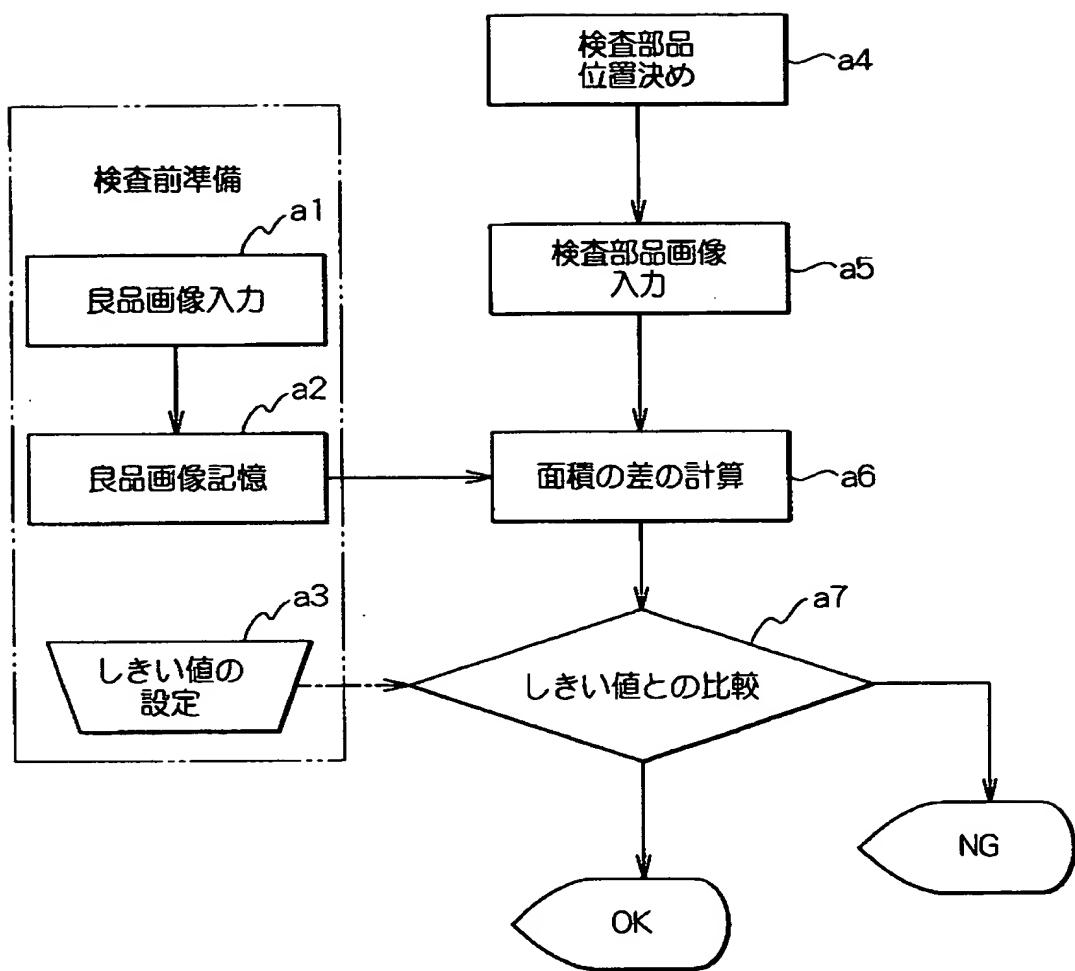
【図6】



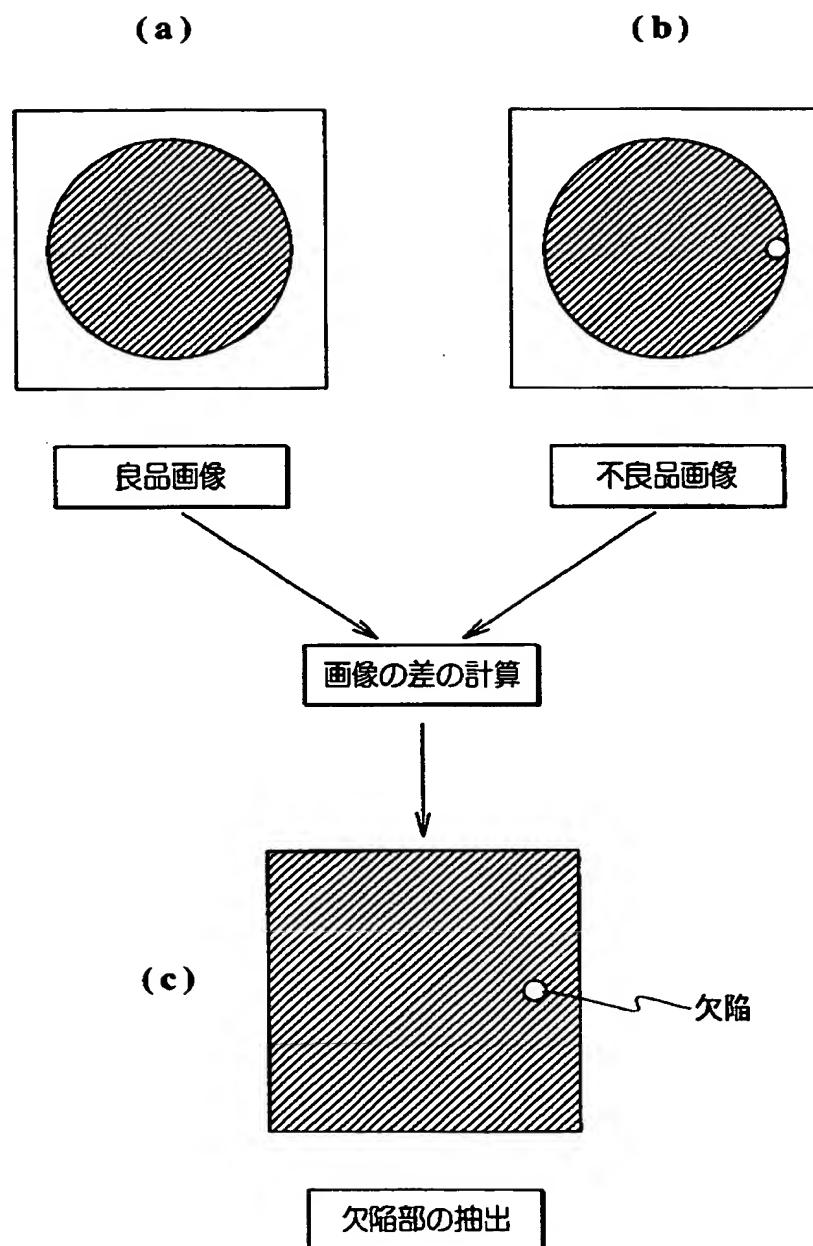
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 物品の載置位置や回転位置のズレ等による影響を受けずに的確な良否判定を行うことのできる欠陥検出方法および欠陥検出装置を提供すること。

【解決手段】 スプロケット1のモジュール1aの先端に外接する円弧11を求めた後、円弧11で区画される領域の内側部分とスプロケット1の欠切部分との重合部によって形成される個々の重合領域1bを抽出し、各々の重合領域1bの面積を求め、各々の重合領域1bの面積を相互に比較して、その面積差が予め決められた判定値 ε の範囲内にあるか否かによってモジュール1aの先端の欠損の有無を判定する。モジュール1aの先端に欠損がある場合には2以上の重合領域1bが一体化して大きな重合領域1bが形成されるので、簡単かつ確実にモジュール1aの先端の欠損の有無を判定することができる。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000002082]

1. 変更年月日 1991年 4月27日

[変更理由] 住所変更

住 所 静岡県浜松市高塚町300番地

氏 名 スズキ株式会社